

10/53221

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19)世界知的所有権機関
国際事務局(43)国際公開日
2004年5月6日 (06.05.2004)

PCT

(10)国際公開番号
WO 2004/038904 A1

(51) 国際特許分類: H02N 3/00

(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/013454

(22) 国際出願日: 2003年10月22日 (22.10.2003)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2002-307892
2002年10月23日 (23.10.2002) JP

(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 独立行政法人産業技術総合研究所 (NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY) [JP/JP]; 〒100-8921 東京都千代田区霞ヶ関1丁目3番1号 Tokyo (JP).

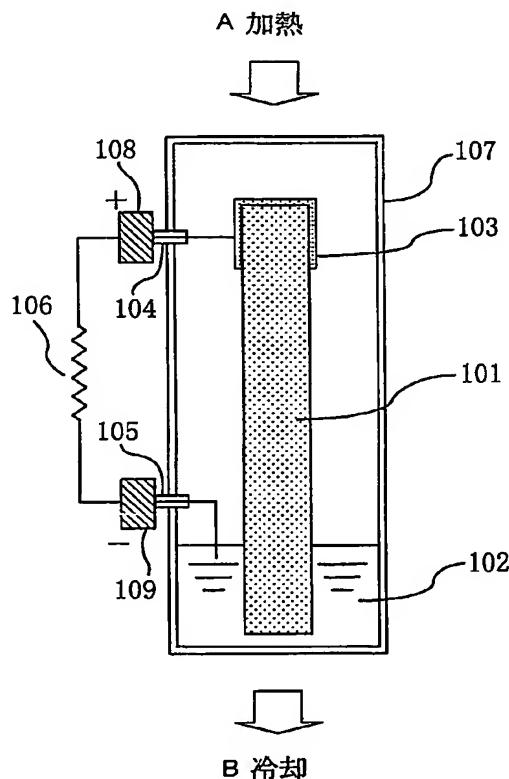
(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 藤井孝博 (FUJII,Takahiro) [JP/JP]; 〒305-8568 茨城県つくば市梅園1-1-1 中央第2独立行政法人産業技術総合研究所内 Ibaraki (JP). 本多武夫 (HONDA,Takeo) [JP/JP]; 〒305-8658 茨城県つくば市梅園1-1-1 中央第2独立行政法人産業技術総合研究所内 Ibaraki (JP).

(81) 指定国(国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,

(統葉有)

(54) Title: THERMOELECTRIC CONVERTER

(54)発明の名称: 热電変換装置



A...HEATING
B...COOLING

(57) Abstract: Thermal energy can be directly converted into electric energy with no pressure difference generated between the high-temperature side and the low-temperature side of an electrolyte. A solid electrolyte (101) consisting of β'' alumina is contacted with sodium (102) connected to a cathode terminal (109) on the low-temperature side, and the solid electrolyte (101) is contacted with a porous electrode (103) connected to an anode terminal (108) on the high-temperature side, in a container (107) forming a sealed space. On the low-temperature side, the reaction $\text{Na} \rightarrow \text{Na}^+ + e^-$ occurs at the interface between the solid electrolyte (101) and the sodium (102), and on the high-temperature side, the reaction $\text{Na}^+ + e^- \rightarrow \text{Na}$ occurs at the interface between the solid electrolyte (101) and the porous electrode (103), whereby power is generated and supplied to a load (106).

(57) 要約: 本発明は、電解質の高温側と低温側との間に圧力差を発生させることなく、直接熱エネルギーを電気エネルギーに変換できるようにする。密封空間を形成する容器107内において、低温側において β'' アルミナからなる固体電解質101を負極端子109に接続されたナトリウム102に接触させ、高温側において固体電解質101を正極端子108に接続された多孔質電極103と接触させる。低温側では、固体電解質101とナトリウム102との界面において、 $\text{Na} \rightarrow \text{Na}^+ + e^-$ の反応が起こり、高温側では、固体電解質101と多孔質電極103との界面において、 $\text{Na}^+ + e^- \rightarrow \text{Na}$ の反応が起こり、発電が行われ、負荷106に電力が供給される。



SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国(広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ,
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許
(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

添付公開書類:
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

明細書

熱電変換装置

技術分野

この発明は、熱エネルギーを直接電気エネルギーに変換する熱電変換装置に関するものである。

背景技術

熱エネルギーを直接電気エネルギーに変換する熱電変換装置としては、J.T.Kummerらにより提案されたナトリウムヒートエンジンないしアルカリ金属熱電変換装置(AMTEC)と呼ばれる発電装置が知られている(例えば、特許文献1参照)。

この発電方式は、1. 発電装置の電極面積当たりの出力が大きい、2. 単位重量当たりの出力が大きい、3. エネルギー変換効率が高い、4. 発電規模の選択が自由にできる、5. あらゆる熱源に対応が可能である、6. 直接発電のため作動部がなく、振動、騒音がなく、また信頼性も高い、などの数多くの利点を備え、将来性の高い発電方式として注目されている。

この発電原理を利用した発電装置は今迄にいくつか報告されている。第10図は従来の発電装置を示すものであり、容器207内には β ”アルミナ等の固体電解質201が設けられ、固体電解質201の正極側は多孔質電極203と接触し、その負極側は作動媒体であるナトリウム202と接触している。正極側電極と負極側電極との間には負荷206が接続されている。ナトリウム202の図の上側部分は高温側熱源208により加熱され、またその下側部分は低温側熱源(図示なし)により冷却されている。図の下方には電磁ポンプ210が設けられており、これによりコンデンサ209により凝縮されたナトリウムは図の右側から左側へ圧送されるようになっている。

この熱電変換装置において、固体電解質201の左側(負極側)界面にて供給されたナトリウムは電子を放出してイオン化され、イオン化されたナトリウムは固体電解質201内を多孔質電極203に向かって移動し、多孔質電極203で電子を受け取っ

て還元される。そして、高温側熱源208からの熱を吸収して蒸発する。気相のナトリウムはコンデンサ209で液相状態に戻された後、電磁ポンプ210により液相の状態で固体電解質201に供給される。固体電解質201の負極側で放出された電子は、負荷206を通って多孔質電極203に移動し上記したようにここでナトリウムイオンと結合される。

このようなサイクルにより発電が行われ、負荷206に対する直流電力の供給が行われる。

【特許文献 1】

米国特許第3,458,356号明細書

発明の開示

上述した熱電変換装置は、温度差によって生じるアルカリ金属（ナトリウム）の蒸気圧差を固体電解質を用いることにより起電力に変換するものと考えられているため、固体電解質の両サイド間に圧力差を生じさせることが必須の要件であると考えられてきた。そのため、固体電解質を金属やセラミックスなどからなる容器や管体と気密に接合する必要があり、加工が難しく製造コストが高くなる問題があった。また、作動媒体を低圧側から高圧側へ輸送するための電磁ポンプなどの機構が必要となり、装置の複雑化、大型化が避けられず、装置が高価になる欠点があった。また、容器内に圧力差が発生しているため、耐久性に問題があり長期信頼性に欠ける問題があった。さらに、固体電解質が破損した場合には、作動媒体が無秩序に循環し、多量の熱が低温側へ伝達されることになり熱源の負荷が過重になる不都合が生じる。

本発明の課題は、上述した従来技術の問題点を解決することであって、その目的は、電解質を挟む領域間の圧力差を利用することなく、直接熱エネルギーを電気エネルギーに変換できることである。

上記の目的を達成するため、本発明によれば、イオン導電性の電解質媒体の一方の端部を第1の端子に接続された、酸化または還元されて電子の放出または電子との結合を行う作動媒体と接触させ、前記電解質媒体の他方の端部を第2の端子に接続された、前記作動媒体を通過させることのできる透過電極に接触させた

熱電変換装置において、前記電解質媒体の作動媒体との接触部が低温側に、前記電解質媒体の透過電極との接触部が高温側に配置され、かつ、前記電解質媒体の作動媒体との接触部と透過電極との接触部とが実質的に同一圧力下にあることを特徴とする熱電変換装置、が提供される。

ここで、「実質的に同一圧力」とは、厳密な意味で同一圧力となっていないものの作動媒体蒸気の流れが許容される程度の圧力差しか生じていないということである。

本発明者は、第1図(a)に示す発電装置において実験を行うことにより、固体電解質の正極側と負極側との間に圧力差を生じさせることなく、圧力差を利用して発電を行う場合とほぼ同一の起電力が得られることを見いだした。第1図(a)において、1は固体電解質である β'' アルミナ管、2は作動媒体であるナトリウム、3はナトリウム還元を行うモリブデン電極、4は α アルミナ管、5はヒーター、6は電流・電圧測定を行うポテンシオ・ガルバノスタット、7は容器である。この発電装置において、容器内の排気を行い、モリブデン電極3を712°C、ナトリウム2を351°Cに維持して発電を行ったところ、第1図(b)に示す電流-電圧特性を得ることができた。

よって、本発明によれば、圧力差を利用することなく熱エネルギーを直接電気エネルギーに変換することが可能である。従って、本発明によれば、上述した熱電変換装置の利点を有したまま、圧力差を用いないことによる効果、すなわち、作製の容易化、装置の簡素化と低価格化を実現することができ、さらに装置の耐久性が増すと共にたとえ固体電解質が破損した場合であっても問題が発生することはなくなる。

図面の簡単な説明

第1図は、本発明に係る装置の動作を実証するために作製した熱電変換装置の断面図とその実験結果を示すグラフ。

第2図は、本発明の第1の実施の形態を示す概略断面図。

第3図は、本発明の第2の実施の形態を示す概略断面図。

第4図は、本発明の第3の実施の形態を示す概略断面図。

第5図は、本発明の第4の実施の形態を示す概略断面図。

第6図は、本発明の第5の実施の形態を示す概略断面図。

第7図は、本発明の第6の実施の形態を示す概略断面図。

第8図は、本発明の第7の実施の形態を示す概略断面図。

第9図は、本発明の第8の実施の形態を示す概略断面図。

第10図は、従来の熱電変換装置の断面図。

発明を実施するための最良の形態

次に、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

第2図(a)は、本発明の第1の実施の形態を示す断面図である。第2図(a)において、101は β'' アルミナからなる固体電解質、102は作動媒体であるナトリウム、103は電子を放出してナトリウムイオンを還元する多孔質電極、104、105は絶縁体からなるブッシュ、106は負荷、107は密封空間を形成する容器、108は正極端子、109は負極端子である。なお、容器107内は真空引きされている。

第2図(a)に示すように、この熱電変換装置において、正・負極端子間に負荷を接続し、固体電解質101の多孔質電極103側を加熱、ナトリウム102側を冷却すると、発電が行われ負荷に電力を供給することができる。第2図(b)は、その発電原理を示す断面図である。この熱電変換装置において、低温側では、固体電解質101とナトリウム102との界面において、



の反応が起こり、電子がナトリウム102を介して負極端子109へ放出され、ナトリウムイオンが固体電解質101へ供給される。固体電解質101の高温側では、正極端子108を介して電子が多孔質電極103へ供給され、固体電解質101と多孔質電極103との界面において、



の反応が起こり、ナトリウムが生成される。生成されたナトリウムは、直ちに蒸発して真空容器内に放出される。ナトリウム蒸気は、低温側で凝縮され、液相のナトリウムに戻される。

第3図は、本発明の第2の実施の形態を示す断面図である。第3図において、

第2図(a)に示す第1の実施の形態の部分と同等の部分には同一の参照符号を付し重複する説明は省略する。本実施の形態の第2図(a)に示す第1の実施の形態と相違する点は、金属製の容器を、上部容器107a、下部容器107bの二つに分割し、その間を絶縁部材111により、電気的・熱的に分離したことと、多孔質電極103と上部容器102aとの間を発泡金属などからなる接続導体110にて接続したことである。

本実施の形態によれば、多孔質電極103と上部容器107aとの間を接続導体110にて接続したことにより、外部から内部への熱伝達効率が高くなり、かつ、高温側と低温側とが絶縁部材111により分離されたことにより、熱効率を向上させることができる。また、上部容器107aと下部容器107bをそのまま正極端子、負極端子として用いることができる。

第4図は、本発明の第3の実施の形態を示す断面図である。第4図において、第2図(a)に示す第1の実施の形態の部分と同等の部分には同一の参照符号を付し重複する説明は省略する。本実施の形態は、固体電解質101を有底筒状に加工し、固体電解質101の外壁面に容器107を、上部内壁面上に多孔質電極を固着したものである。そして、筒状の固体電解質101の内部にナトリウム102を封入する。

本実施の形態によれば、固体電解質101の断面積を大きくしてイオン導電性を向上させ、内部抵抗を減少させることができる。また、使用するナトリウムの量を減少させることができる。

第5図は、本発明の第4の実施の形態を示す断面図である。第5図において、第2図(a)に示す第1の実施の形態の部分と同等の部分には同一の参照符号を付し重複する説明は省略する。本実施の形態においては、液相のナトリウムはスポンジ状金属に含浸されて用いられる。すなわち、低温部において凝縮されたナトリウムはスポンジ状の金属に含浸され、そしてナトリウム含浸スポンジ金属112は負極端子109に接続される。スポンジ状金属に代えてウイック状金属を用いてもよい。

本実施の形態によれば、横置き、倒立など自由な配置で使用することができる。また、宇宙空間など無重力条件下にも対応できる。

第6図は、本発明の第5の実施の形態を示す断面図である。第6図において、

第2図(a)に示す第1の実施の形態の部分と同等の部分には同一の参照符号を付し重複する説明は省略する。本実施の形態においては、容器107の上部にナトリウム凝縮部となる冷却部材113が設けられ、容器下部が加熱される。固体電解質101は他の実施の形態に対して倒立されており、その上部には液溜めとなる凹部101aが形成されている。冷却部材113は、凝縮されたナトリウムを固体電解質101の液溜め部である凹部101aに導く形状に形成されている。そして、本実施の形態においては、複数のセルが多段に直列に接続されている。すなわち、負極端子109は、初段セルのナトリウム102に接続され、初段セルの多孔質電極103は、2段目セルのナトリウム102に接続される。以下、同様にして順に接続され、最終段セル(図示された例では3段目セル)の多孔質電極103は正極端子108に接続される。

本実施の形態によれば、容器107と固体電解質や多孔質電極を絶縁することで、複数セルを直列に接続することが可能になり、高い電圧を得ることができる。

第7図は、本発明の第6の実施の形態を示す断面図である。第7図において、第2図(a)に示す第1の実施の形態の部分と同等の部分には同一の参照符号を付し重複する説明は省略する。本実施の形態においては、固体電解質101の内部が中空になされ、その中空部にナトリウムイオン導電性の溶融塩114が封入されている。固体電解質101の内部に溶融塩114を封入するのは、固体電解質101のイオン導電性の低さを補うためであるので、溶融塩114は高イオン導電性材料であることが望ましい。また、溶融塩114は、低融点でしかも高温でも蒸気圧が低く分解しない、固体電解質101を腐食しないものが望ましい。固体電解質101の内部の空間は、溶融塩114の熱膨張に対応するためのものである。しかし、固体電解質101を密閉型容器とすることなく開放型(すなわち、有底筒型形状)とすることもできる。

本実施の形態においては、ナトリウム102と固体電解質101との界面においてナトリウムの電離が行われ、ナトリウムイオンが固体電解質101側へ放出されるが、ナトリウムイオンは、主として断面積が大きくイオン導電性の高い溶融塩114を通って正極側へ到達した後、固体電解質101側を通って多孔質電極103へ供給される。

第8図は、本発明の第7の実施の形態を示す断面図である。第8図において、第2図(a)に示す第1の実施の形態の部分と同等の部分には同一の参照符号を付し重複する説明は省略する。本実施の形態においては、イオン導電性材料とし

では、 β'' アルミナが用いられておらず、溶融塩114のみが用いられている。そして、多孔質電極に代えて、金属材料からなる電極メッシュ103aが用いられている。すなわち、本実施の形態においては、電解質材料である溶融塩114は、高温側の正極端子108側で電極メッシュ103aに接し、低温側の負極端子109側で液相のナトリウム102に接している。本実施の形態において要請される溶融塩114の特性も第6の実施の形態の場合と同様で、ナトリウムイオン導電性が高く、融点が低く、かつ高温においても蒸気圧が低く分解しにくいことである。

本発明によれば、電解質の高温側と低温側とで圧力差を生じさせる必要がないため、電解質として固体材料を用いる必要がなくなり、従来型熱電変換装置では固体電解質の使用が必須であったことにより材料選択の幅が狭かったが、本発明によれば、高範囲の材料の選択が可能になる。

第9図は、本発明の第8の実施の形態を示す断面図である。第9図において、第2図(a)に示す第1の実施の形態の部分と同等の部分には同一の参照符号を付し重複する説明は省略する。本実施の形態においては、容器107内に作動媒体の反応部とは別に凝縮部116を設け、そして固体電解質101の正極側と負極側とノード空間を仕切り板115によって分離する。この発電装置において、固体電解質101の正極側を加熱し負極側を冷却する($T_2 > T_1$)とともに凝縮部116の温度 T_3 を固体電解質101の負極側の温度 T_1 より低くする($T_1 > T_3$)と、各部のナトリウムの蒸気圧 P_1 、 P_3 に差が生じる($P_1 > P_3$)ことにより、凝縮部側のナトリウム102の凝縮部側の液面が負極側より h だけ高くなる。すなわち、このとき固体電解質101の正極側と負極側との間に蒸気圧差に起因して僅かながら圧力差が生じる。圧力差は小さいが、 T_3 を低めに設定して蒸気圧 P_3 を小さく保ち起電力を維持しつつ、 T_1 を高めに設定して固体電解質のイオン導電性を向上させることができる。

以上好ましい実施の形態について説明したが、本発明はこれら実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において適宜の変更が可能なものである。例えば、作動媒体はナトリウムに代表されるアルカリ金属に限定されるものではなく、また電解質材料についても実施の形態にて例示した以外の材料を用い得る。

以上説明したように、本発明に係る熱電変換装置は、電解質材料の両端間に圧

力差を生じさせることなく熱エネルギーを電気エネルギーに直接変換するものであるので、従来型の熱電変換装置の有する利点をそのまま有する外、以下の効果を享受することができる。

- ①固体電解質と管体や容器とを気密に接合する必要がなくなり、製作工程が簡素化、容易化され、製造コストが低減化される。
- ②変換装置が小型化、簡素化され、熱電変換装置を小型にかつ安価に提供することが可能になる。
- ③固体電解質が破損することがあっても、発電効率の低下や発電停止が起こる以上の重大な問題が発生することがなくなる。
- ④電解質材料として固体電解質以外のものを使用することが可能になり、従来型の熱電変換装置では実現することのできなかった材料の組み合わせが可能になる。

請求の範囲

1. イオン導電性の電解質媒体の一方の端部を第1の端子に接続された、酸化または還元されて電子の放出または電子との結合を行う作動媒体と接触させ、前記電解質媒体の他方の端部を第2の端子に接続された、前記作動媒体を通過させることのできる透過電極に接触させた熱電変換装置において、前記電解質媒体の作動媒体との接触部が低温側に、前記電解質媒体の透過電極との接触部が高温側に配置され、かつ、前記電解質媒体の作動媒体との接触部と透過電極との接触部とが実質的に同一圧力下にあることを特徴とする熱電変換装置。

2. 前記電解質媒体が固体電解質材料により形成されていることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の熱電変換装置。

3. 前記固体電解質材料が β'' アルミナであることを特徴とする請求の範囲第2項に記載の熱電変換装置。

4. 前記電解質媒体がイオン導電性の異なる複数種の電解質材料により構成されていることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の熱電変換装置。

5. 前記電解質媒体が、固体電解質材料により中空ないし有底筒状に形成された中空部材と、該中空部材内に導入された液状電解質材料とにより構成されていることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の熱電変換装置。

6. 前記固体電解質材料が β'' アルミナであることを特徴とする請求の範囲第5項に記載の熱電変換装置。

7. 前記液状電解質材料が溶融塩であることを特徴とする請求の範囲第5項に記載の熱電変換装置。

8. 前記電解質媒体が液状電解質材料により構成されていることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の熱電変換装置。

9. 前記液状電解質材料が溶融塩であることを特徴とする請求の範囲第8項に記載の熱電変換装置。

10. 前記作動媒体がアルカリ金属であることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の熱電変換装置。

11. 前記アルカリ金属がナトリウムであることを特徴とする請求の範囲第10項に記載の熱電変換装置。

12. 前記作動媒体が、含侵材に含侵されていることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の熱電変換装置。

13. イオン導電性の電解質媒体の一方の端部を第1の端子に接続された、酸化または還元されて電子の放出または電子との結合を行う作動媒体と接触させ、前記電解質媒体の他方の端部を第2の端子に接続された、前記作動媒体を通過させることのできる透過電極に接触させ、前記透過電極において作動媒体の蒸発が行われ凝縮部において作動媒体の凝縮が行われる熱電変換装置において、前記電解質媒体の作動媒体との接触部が低温側に、前記電解質媒体の透過電極との接触部が高温側に配置され、かつ、前記作動媒体と前記第1の端子との接触部と前記凝縮部との圧力差が前記作動媒体と前記第1の端子との接触部と前記凝縮部との温度差に起因する作動媒体の蒸気圧差程度かそれ以下であることを特徴とする熱電変換装置。

14. 前記電解質媒体の前記作動媒体との接触部と前記透過電極との接触部との間には、前記電解質媒体の前記作動媒体との接触部と前記透過電極との接触部との両空間を遮断する仕切り板が設けられていることを特徴とする請求の範囲第13項に記載の熱電変換装置。

15. 前記電解質媒体の前記作動媒体との接触部の温度は前記凝縮部の温度より高いことを特徴とする請求の範囲第13項に記載の熱電変換装置。

16. 前記電解質媒体が固体電解質材料により形成されていることを特徴とする請求の範囲第13項に記載の熱電変換装置。

17. 前記作動媒体がアルカリ金属であることを特徴とする請求の範囲第13項に記載の熱電変換装置。

18. 前記アルカリ金属がナトリウムであることを特徴とする請求の範囲第17項に記載の熱電変換装置。

19. 前記作動媒体が、含侵材に含侵されていることを特徴とする請求の範囲第13項に記載の熱電変換装置。

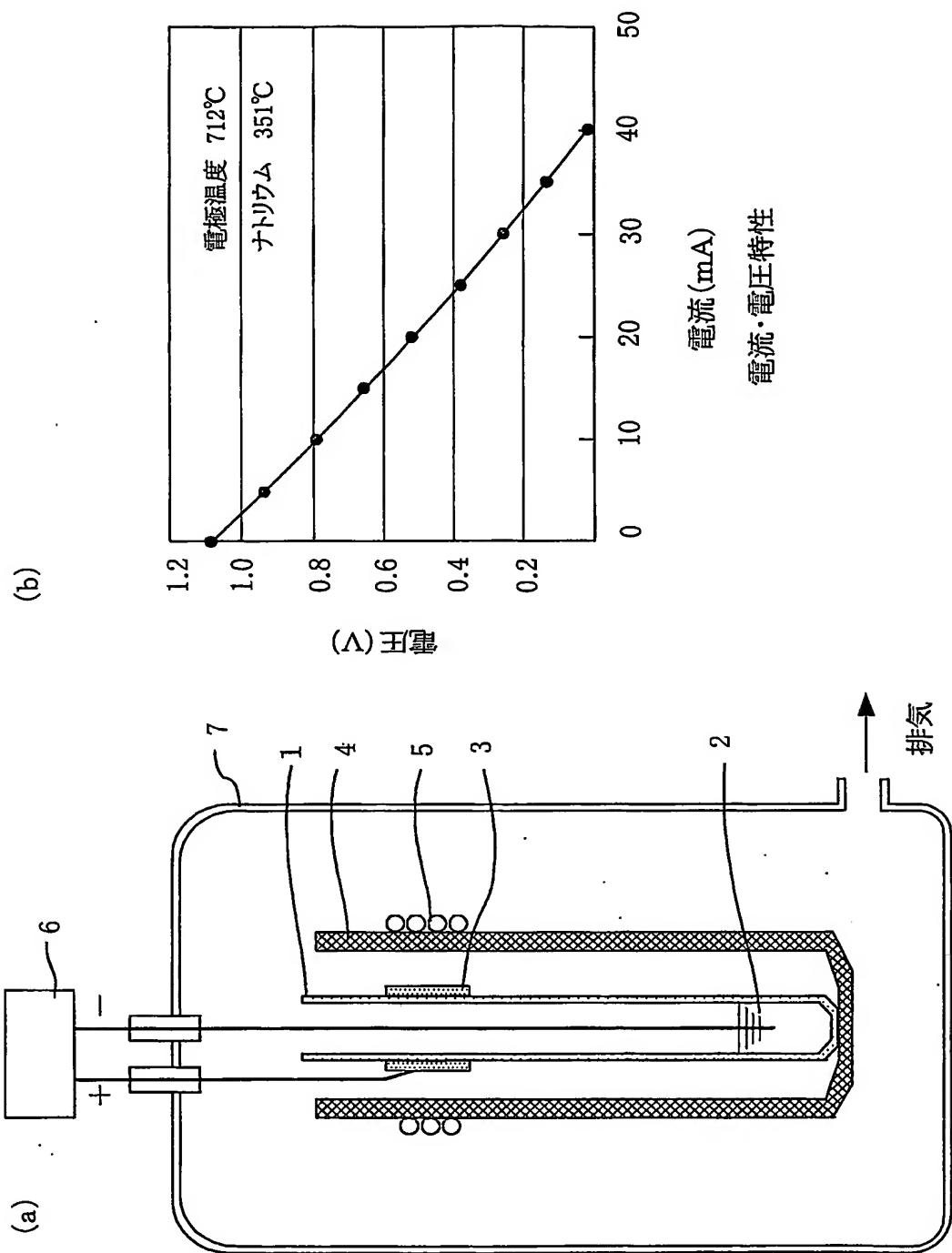
20. 前記電解質媒体がイオン導電性の異なる複数種の電解質材料により構成されていることを特徴とする請求の範囲第13項に記載の熱電変換装置。

21. 前記電解質媒体が、固体電解質材料により中空ないし有底筒状に形成さ

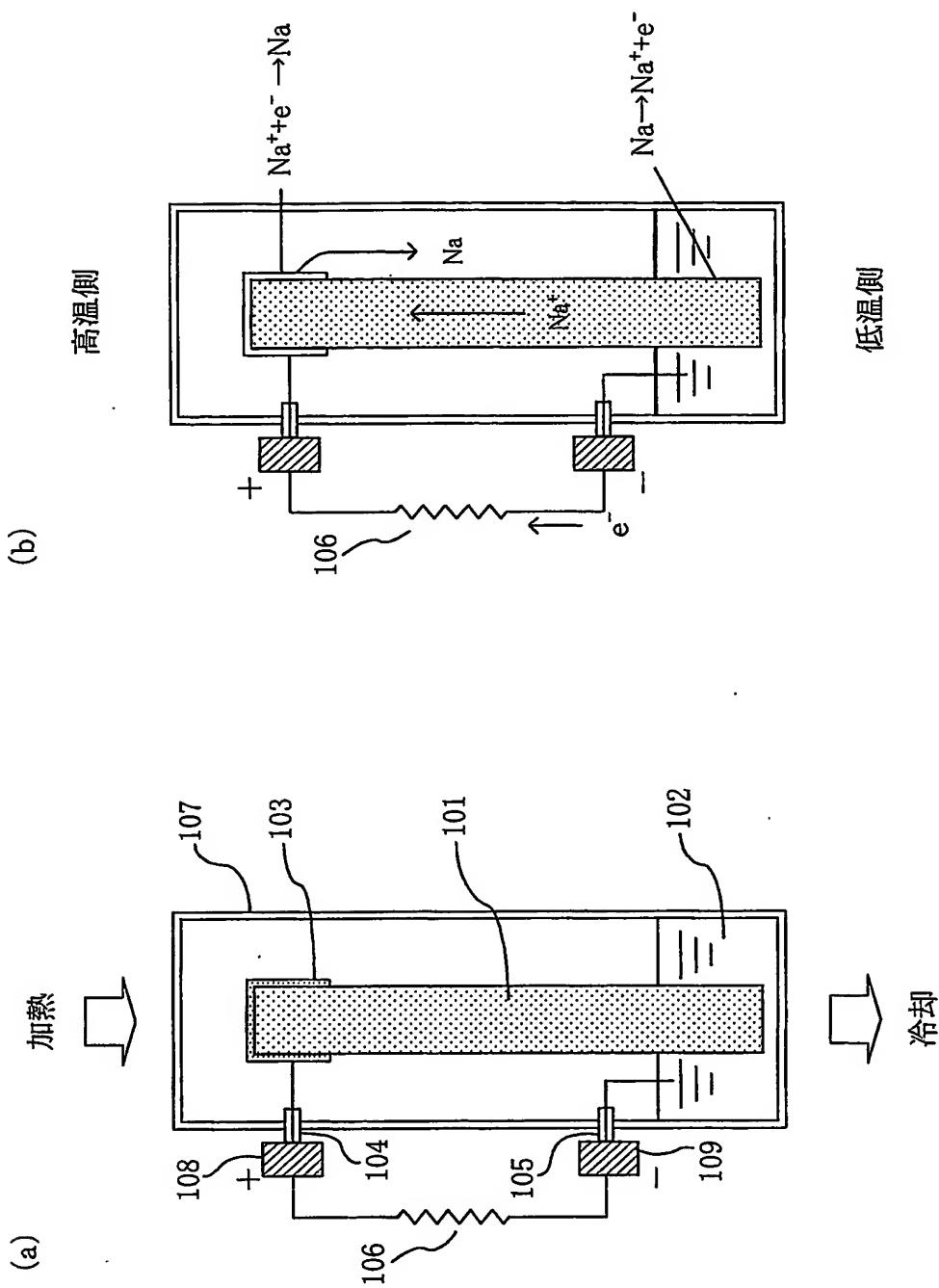
れた中空部材と、該中空部材内に導入された液状電解質材料により構成されていることを特徴とする請求の範囲第13項に記載の熱電変換装置。

22. 前記固体電解質材料が β'' アルミナであることを特徴とする請求の範囲第21項に記載の熱電変換装置。

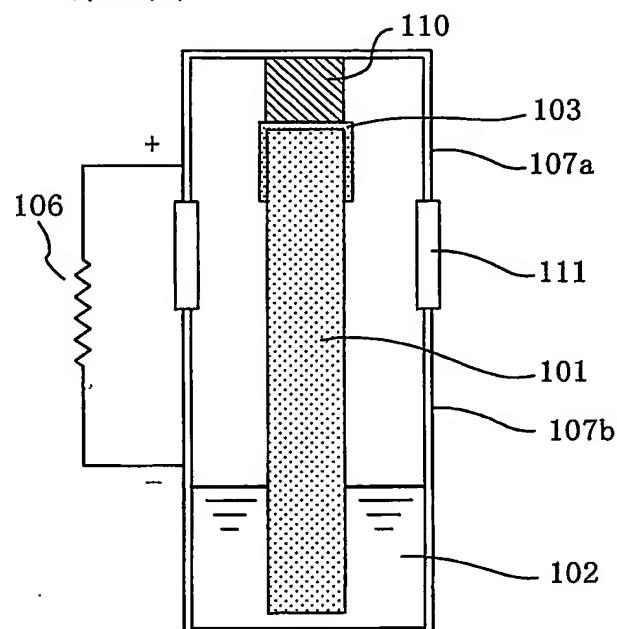
第1図



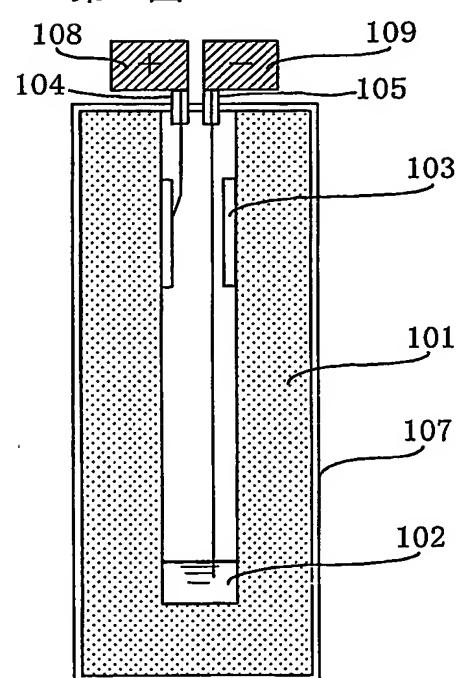
第2図



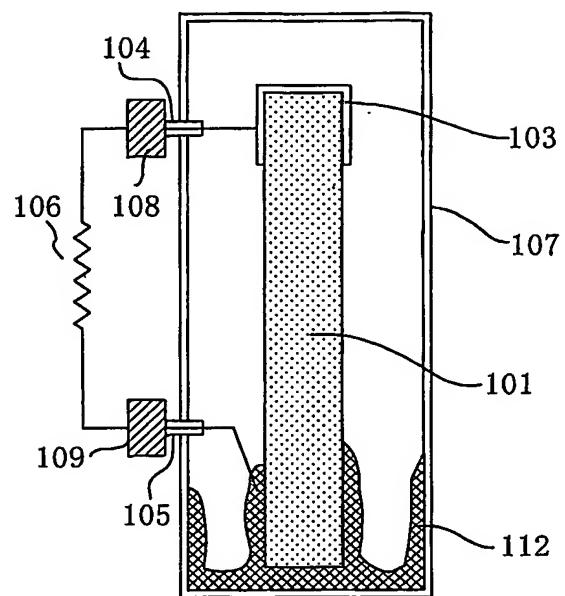
第3図



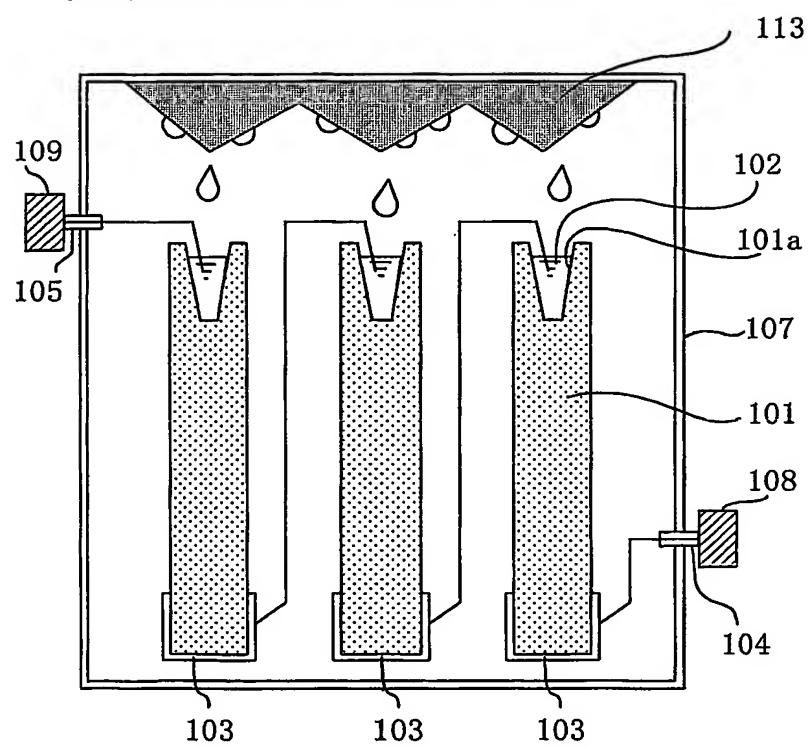
第4図



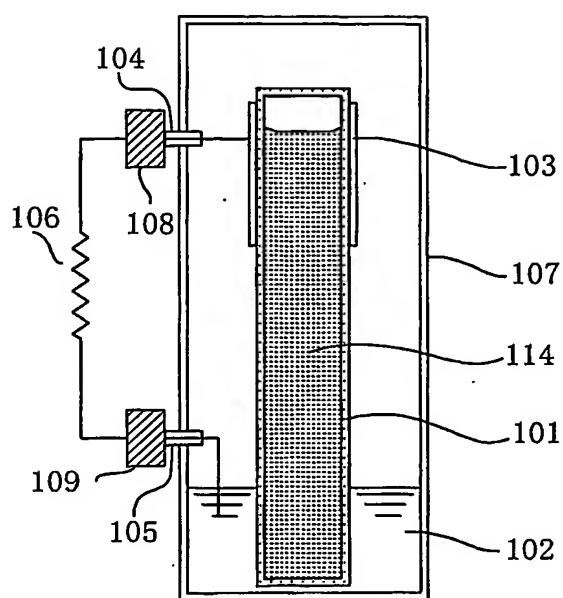
第5図



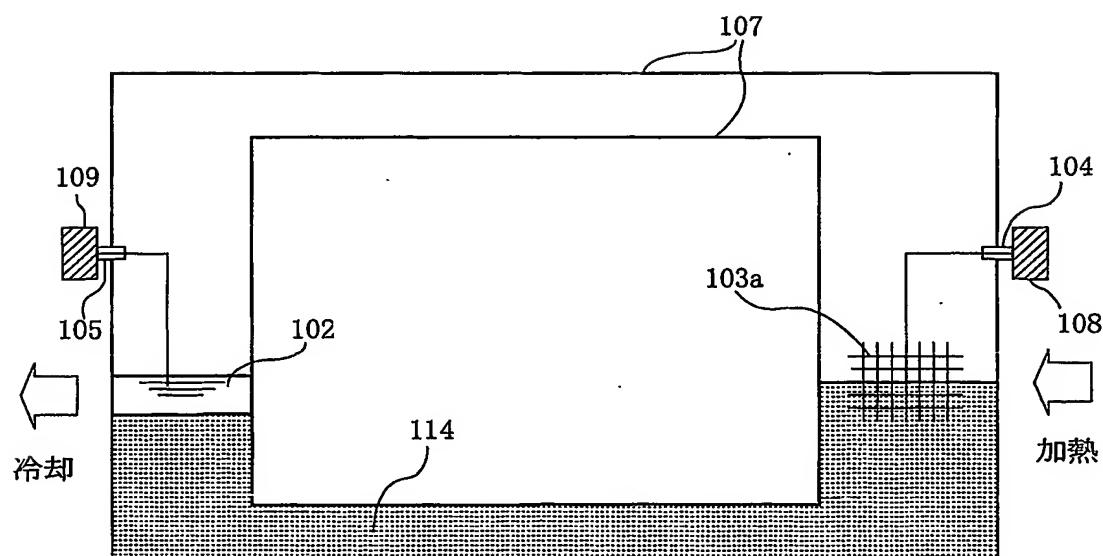
第6図



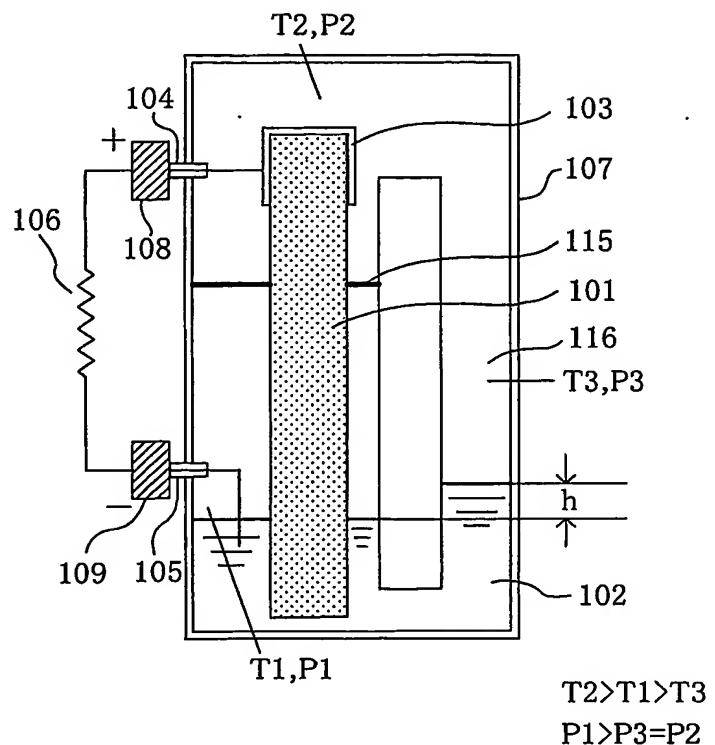
第7図



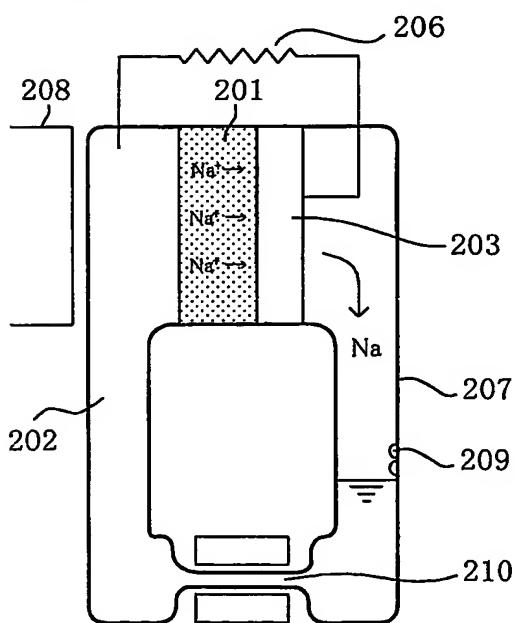
第8図



第9図



第10図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/13454

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H02N3/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H02N3/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
 Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 1-136580 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 29 May, 1989 (29.05.89), Page 2, lower left column, line 4 to lower right column, line 17; Fig. 1 (Family: none)	1-22
A	JP 6-67235 B2 (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 24 August, 1994 (24.08.94), Column 4, line 15 to column 5, line 1; Fig. 1 (Family: none)	1-22
A	JP 64-47284 A (Mitsubishi Genshiryoku Kogyo Kabushiki Kaisha), 21 February, 1989 (21.02.89), Page 2, lower right column, line 12 to page 3, upper right column, line 11; Fig. 1 (Family: none)	1-22

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

- * Special categories of cited documents:
- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
22 December, 2003 (22.12.03)

Date of mailing of the international search report
20 January, 2004 (20.01.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
Int. C1' H02N3/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））
Int. C1' H02N3/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2003年
日本国登録実用新案公報 1994-2003年
日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリーエ	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 1-136580 A (三菱重工業株式会社) 1989.05.29, 第2頁左下欄第4行-右下欄第17行及び 第1図 (ファミリーなし)	1-22
A	JP 6-67235 B2 (三菱重工業株式会社) 1994.08.24, 第4欄第15行-第5欄第1行及び第1図 (ファミリーなし)	1-22

C欄の続きをにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリーエ

- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「U」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（重複を除く）
- 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

22.12.03

国際調査報告の発送日

20.1.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

里予木寸亭印

3V 8012

電話番号 03-3581-1101 内線 3356

C(続き) .	関連すると認められる文献	関連する 請求の範囲の番号
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	
A	JP 64-47284 A (三菱原子力工業株式会社) 1989.02.21, 第2頁右下欄第12行-第3頁右上欄第1 1行及び第1図 (ファミリーなし)	1-22